

산재예방 연구브리프

OSH Research Brief

2020년 제21호

발행일 2020년 11월 20일
 발행인 고재철
 주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400
 산업안전보건연구원
 자료문의 연구기획부 052-703-0813
 발간번호 2020-산업안전보건연구원-823

제21호

가습기 살균제 NaDCC의 호흡기 영향 평가

살생물제란 살생물물질, 살생물제품, 살생물처리제품을 말한다. 이 중 살생물물질은 가습기살균제 성분으로 사용된 PHMG, PGH 등이 있으며, 살생물제품은 살생물물질이 들어간 소독제, 보존제, 살균제, 살충제 등을 말한다. 살생물제의 역할은 유해한 생물체를 제어하거나 제거하는 것으로, 단순히 물리적, 기계적 작용 외에도 유해 생물체의 억제, 제거, 무해화 등의 역할을 한다. 살생물제는 소량 노출되어도 심각한 피해가 발생할 수 있다. 가장 대표적인 예가 가습기 살균제로 사용한 화학물질이다. 살생물제는 생활환경에서 노출되어 소비자의 건강에 영향을 끼치는 것뿐만 아니라 이를 제조하거나 취급하는 노동자들에게도 심각한 문제를 야기할 수 있다.

본 연구는 가습기 살균제 원인물질 중 하나인 Sodium dichloroisocyanurate(NaDCC)에 대한 호흡기 영향에 대한 평가를 실시하였다. 염소계 소독제 중 하나인 NaDCC는 물 소독, 젖병 및 콘택트렌즈를 포함하여 청소 및 살균 응용 분야에서 사용하는 일반적으로 미생물 제제로 2016년 국내 유통량은 약 200kg 이다. 또한, 2005년부터 2011년 기간 동안 가습기 살균제로도 사용되어 36,850개가 판매되었다. 그러나 아직까지 NaDCC에 대한 독성정보가 부족하다. NaDCC 호흡기 영향 평가를 통해 이를 취급하는 노동자의 건강보호 정책을 마련을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

보고서 제목 살균제(NaDCC)의 호흡기 영향 평가 연구(2019)
 연구책임자 산업안전보건연구원 서동석 연구위원

산재예방
안전보건공단
 산업안전보건연구원



I. 서론

살생물제란 살생물물질, 살생물제품, 살생물처리제품을 말한다. 살생물제의 역할은 유해한 생물체를 제어하거나 제거하는 것으로, 단순히 물리적, 기계적 작용 외에도 유해 생물체의 억제, 제거, 무해화 등의 역할을 한다. 살생물제는 소량만 노출되어도 심각한 수준의 피해가 발생할 수 있기 때문에 이에 대한 관리가 필요하다는 목소리가 높아져 왔다.

살생물제에 소량이 노출되어도 심각한 피해가 발생할 수 있기 때문에 유럽연합 EU는 살생물제 관리지침(Biocidal Products Directive: BPD)을 제정했고, 2013년에는 이를 강화한 살생물제 관리법(Biocidal Products Regulation: BPR)으로 대체하여 규제하고 있다. 또한 미국 환경청 EPA는 EPA는 살생물제에 대한 등록제도를 도입하여 관리를 하고 있다. 국내에서는 환경부, 농림수산식품부, 보건복지부 등의 부처에서 관련법으로 규제하고 있고, 2018년 환경부는 가슴기살균제 사고의 재발을 방지하고 화학물질로부터 안전한 사회를 만들기 위해 ‘생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률’과 ‘화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률’을 제정하여 시행하고 있다.

Sodium dichloroisocyanurate(NaDCC)는 살생물제 중 하나로 최근까지 주로 수영장과 산업용 냉각탑의 물 소독, 젖병 및 콘택트렌즈 등의 청소, 살균 분야에서 사용되고 있는 일반적인 미생물 제제이다. 특히 가슴기 살균제 물질로도 사용되어 왔다. NaDCC가 함유된 가슴기 살균제는 2005년부터 2011년까지 36,850개가 판매되었으며, 사회적

참사 특별조사위원회는 이로 인한 사망자가 1만 4천명에 이를 것이라고 발표하였다.

NaDCC에 대한 독성 정보는 단회 경구 노출시 반수치사량은 랫드에서 1823 mg/kg였고, 단회 피부 노출시 반수치사량은 토끼에서 >5000 mg/kg였다. 랫드에 59일 동안 물에 혼합하여 노출한 결과, 위장관 출혈의 발생률이 증가하였고, 13주 동안 사료와 같이 노출 시 상대 간 및 신장 무게가 증가되었다. 그러나 NaDCC에 흡입노출 독성정보는 아직 마련되어 있지 않다. 본 연구는 NaDCC의 흡입 노출에 따른 호흡기 영향을 평가하였다. 이를 통해 살생물제 취급 노동자의 건강보호를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 연구내용

1. 시험방법

1) 시험군의 구성

가슴기 살균제로 사용된 NaDCC의 환경에서 노출농도는 0.1~0.2 mg/m³이다. 그리고 랫드에 250mg/m³의 농도로 4시간 동안 단회 노출시 모든 동물이 사망하였다. 따라서 0.1~0.2 mg/m³의 4~8 배의 농도를 포함하고, 단회 노출 결과를 고려하여 20 mg/m³을 고농도의 노출농도로 설정한 다음 공비 5를 적용하여 4 및 0.8 mg/m³을 중농도와 저농도로 각각 설정하였다. 시험물질의 노출기간은 6시간/일, 5일/주, 14일 동안 노출하였다. 회복기간은 14일로 하였다.

2) 시험물질의 노출 및 분석

에어로졸의 발생은 미스트 발생기를 이용하였고,

시험물질의 농도분석은 포집한 중량을 측정하여 확인하였다. 노출 중 에어로졸의 공기역학중위치름(MMAD) 및 기하표준편차(GSD)를 측정하여 시험물질의 특성을 확인하였다.

3) 실험동물

6주령의 F344 랫드를 입수하여 동물실에서 7일간의 순화 및 검역 기간을 거친 후 각 시험군의 평균체중이 균등하도록 각 시험군으로 배치하였다. 사육환경은 온도 19.0~25°C, 습도 30~70%, 조명주기 12 시간/일, 조도 150~300 Lux, 환기횟수 10~20 회/시간으로 설정하여 운영하였다.

4) 측정 및 관찰

시험기간 동안 일반증상 관찰, 체중 및 사료섭취량을 확인하였고, 노출 종료 후에는 부검시 육안 관찰, 혈액 및 혈액생화학적 검사, 장기무게 측정, 조직병리학적 검사를 수행하였다. 또한 노출개시 1주와 2주에 폐포기관지 세척액 검사를 수행하였다.

5) 자료분석

자료의 분석은 등분산 검정으로 Bartlett's 검정을 실시한 후 등분산인 경우 ANOVA 검정을 실시한 후 사후검정으로 Dunnett LSD Test을 실시하였고, 등분산이 아닌 경우 Kurskal-Wallis 검정을 실시하여 사후검정으로 Dunn Rank Sum Test을 실시하였다.

2. 시험결과

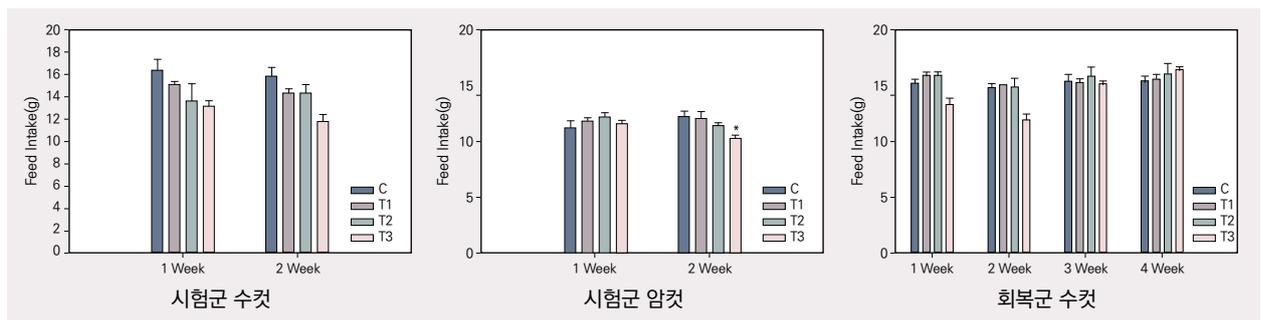
1) 챔버 내 시험물질의 농도 및 입경분포

노출기간 중 챔버 내 NaDCC의 평균농도는 0.82 ± 0.04 , 3.83 ± 0.23 , 및 $19.35 \pm 1.01 \text{ mg/m}^3$ 로 측정되었다. 시험물질 발생 중 에어로졸의 MMAD는 2.42, 1.87 및 1.13 μm 로 측정되었고, GSD는 1.60, 1.75 및 1.41로 각각 측정되었다.

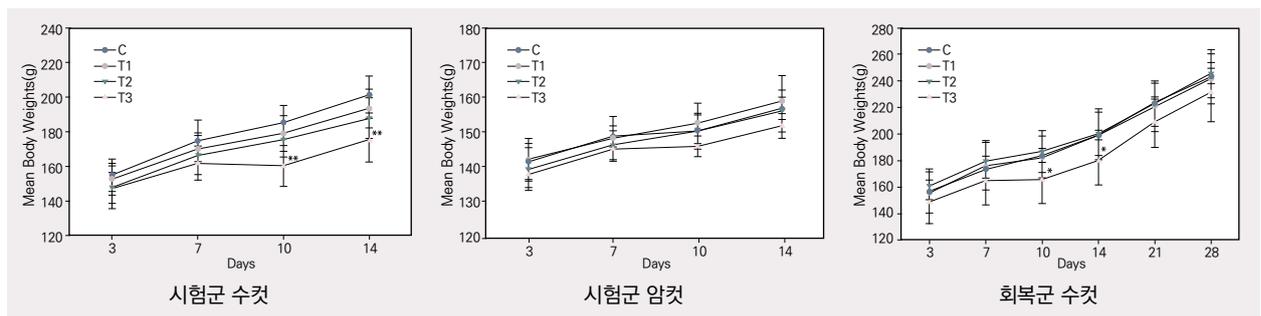
2) 체중변화 및 사료섭취량

20 mg/m^3 의 농도로 노출된 랫드에서 노출 2주에 체중 및 사료섭취량의 감소가 관찰되었다.

[그림 1] 사료섭취량



[그림 2] 체중변화



3) 혈액 및 혈액생화학적 검사

4 및 20mg/m³의 농도로 노출된 수컷 랫드에서는 탈수로 인한 백혈구의 감소가, 20mg/m³의 농도로 노출된 암·수 랫드에서는 프로트롬빈 시간이 증가하였다.

4) 기관지폐포 세척액 검사

시험물질의 자극으로 인한 대식세포 및 호중구의 변화는 산화적 손상의 원인으로 MIP-2 단백질이 관여된 것으로 판단되는 반응이 관찰되었다.

5) 병리조직학적 검사

4 및 20mg/m³의 농도로 노출된 암·수 랫드에서 시험물질 자극과 관련된 반응으로 아래의 표와 같이 비강과 후두에서 관찰되었다.

III. 결론

시험물질인 NaDCC의 14일 반복 흡입노출시 나타나는 독성반응을 평가하고 2주간의 회복기간을 두어 독성의 가역성의 유·무를 평가하기 위하여 F344 랫드에 0.8, 4 및 20 mg/m³의 농도로 흡입 노출한 결과, 표적장기로는 주로 상기도 부분인 비강과 후두인 것으로 확인되었으며, 노출농도인 4 mg/m³의 수컷 후두에서 시험물질 노출관련 영향이 관찰되었다. 이러한 영향은 가역적인 반응 것으로 판단되었으며, 무유해독성량인 NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)은 0.8 mg/m³인 것으로 제시하였다. 연구결과는 장기노출에 따른 독성연구를 위하여 참고자료로 활용되었으며, NaDCC 취급 사업장에서 노동자의 건강을 보호를 위한 자료로 활용될 계획이다.

[표] 조직병리학적분석 결과

Tissue	Findings	Group No. of animals	C 5	T1 5	T2 5	T3 4
Male						
Nasal cavity	Decreased goblet cells, respiratory epithelium	-Minimal	0	0	0	2
	Degeneration, transitional epithelium	-Moderate	0	0	0	2
		-Marked	0	0	0	2
	Hypertrophy, goblet cells, respiratory epithelium	-Minimal	0	0	0	1
Hyperplasia, transitional epithelium, focal	-Mild	0	0	0	1	
Larynx	Inflammation, mixed, epithelium	-Minimal	0	0	1	0
		-Mild	0	0	0	1
	Ulceration, epithelium	-Minimal	0	0	0	1
	Squamous metaplasia, epithelium	-Minimal	0	0	0	2
Female						
Nasal cavity	Degeneration, transitional epithelium	-Mild	0	0	0	2
		-Moderate	0	0	0	2
	Hyperplasia, transitional epithelium, focal	-Mild	0	0	0	1
Larynx	Inflammation, mixed, epithelium	-Minimal	0	0	0	1
		-Moderate	0	0	0	1
	Squamous metaplasia, epithelium	-Minimal -Mild	0	0	0	1 1
Kidneys	Mineralization, corticomedullary junction	-Minimal	0	0	0	1

※ 위 연구보고서 전문은 산업안전보건연구원 홈페이지(<http://kosha.or.kr/oshri>)에서 다운로드 받으실 수 있습니다.